

Функция `fit` в формате `Fit(f, X, Y, v, options)` описывает данные в виде введенной зависимости и рассчитывает многофакторную регрессионную модель:

```
z := evalf (Fit(Коэфф_Площадь·Площадь + Коэфф_Офисы·Офисы + Коэфф_Входы·Входы  
+ Коэфф_Годы·Годы + Свободный_Член, BuildingData, [Площадь, Офисы, Входы, Годы],  
summarize = embed), 6) :
```

В этой функции дополнительная опция `summarize = embed` выводит результаты расчета и показатели, характеризующие адекватность модели, в виде информационных таблиц, как показано на рисунке 1. В верхней части таблицы Summary приведено уравнение регрессии, ниже, в области Residuals вся дополнительная статистика по регрессии.

Таким образом, СКМ Maple 16 предлагает пользователям простую и элегантную технологию корреляционно-регрессионного анализа за счет усовершенствования формата функции `fit` библиотеки Statistics, тем самым еще более приближая эту СКМ к профессиональным статистическим пакетам.

#### Список использованных источников

1. Шарстнев, В. Л. Компьютерные информационные технологии: курс лекций / В. Л. Шарстнев. – Витебск: УО ВГТУ, 2008. – 350 с.
2. Шарстнев, В. Л. Компьютерные информационные технологии. Пакеты прикладных программ для моделирования и анализа задач экономики: пособие / В. Л. Шарстнев, Е. Ю. Вардомацкая. – Витебск: УО «ВГТУ», 2008. – 138 с.
3. Вардомацкая, Е. Ю. Информатика. В 2 ч. Часть 2. Excel: учебное пособие / Е. Ю. Вардомацкая, Т. Н. Окишева. – Витебск, 2007. – 237 с.

УДК 339.5:004.9

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ТОРГОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

**Корень К.С., студ., Овсянкина К.А., студ., Мандрик О.Г., ст. преп.**

*Витебский государственный технологический университет,*

*г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрено проведение корреляционно-регрессионного анализа на основе данных по внешнеторговым операциям. Это позволяет исследовать внутреннюю структуру модели, что в свою очередь дает возможность правильно и точно спрогнозировать будущие значения показателя.

Ключевые слова: корреляция, регрессия, модель, уравнение, связь.

Целью данной работы является построение многофакторной регрессионной модели и выявление факторов, которые влияют на внешнеторговые операции свободной экономической зоны (СЭЗ).

Для достижения цели были поставлены и решены несколько задач.

Инструментарием исследования является ТП MS Excel и ИС Statistica.

Объектом исследования является СЭЗ «Витебск».

Одним из важнейших средств решения многочисленных экономических задач и, в частности, проведения аналитического исследования является экономико-математическое моделирование. Модель – это условный объект исследования, т.е. материальное или образное отображение реального объекта, процесса его функционирования в конкретной среде.

Несмотря на то, что внешнеэкономические связи играют важную роль в решении многих задач экономического и социального развития страны, вопросам совершенствования методов экономико-математического анализа и выявления на этой основе резервов повышения эффективности внешнеторговых операций уделяется недостаточное внимание. В эконометрических моделях функции импорта и экспорта представляются в виде уравнений регрессии и связывают величины импорта и экспорта страны с рядом переменных внутреннего и внешнего характера. Преимущественно, они используются для

описания крупных товарных групп, или импорта или экспорта в целом [1].

Любой экономический процесс, если его можно описать через количественные характеристики, можно формализовать путем разработки уравнения регрессии. При этом под регрессией понимается зависимость одной случайной величины от другой случайной величины. Процесс построения математических зависимостей между факторными признаками и результативной переменной позволяет определить наличие тесной связи между анализируемыми показателями, что решается с помощью корреляционного анализа, а также прогнозировать зависимую переменную (Y) на основе других переменных (X). Таким образом, регрессионный анализ дает возможность строить аргументированные заключения относительно развития определенного экономического процесса, которые подкрепляются математическими расчетами. Более актуальным для экономико-математического моделирования является построение многофакторной регрессии, поскольку экономическое явление преимущественно объясняется несколькими факторами влияния. В настоящее время многофакторная регрессия – один из наиболее распространенных методов в эконометрике. Основной целью многофакторной регрессии является построение модели с большим числом факторов, а также определение влияния каждого фактора отдельно и совокупно на моделируемый показатель. Данный вид анализа позволяет, как осуществлять оценку реального влияния факторов, так и определять интенсивность их влияния на результативный показатель. Данный подход целесообразно использовать и для совершенствования механизма внешнеторговых операций [2].

При построении эконометрической модели следует учитывать зависимость экспорта от объема производства продукции, количества зарегистрированных резидентов, среднесписочной численности, выручки от реализации, начисленной среднемесячной з/п работников (номинальной), чистой прибыли (убытка) инвестиций в основной капитал, объема экспорта и импорта продукции. Для количественного расчета значимости влияния на торговые операции каждого из рассмотренных показателей, было построено 9 однофакторных регрессий (табл. 1). Вычисление статистических параметров данных регрессий (объясняющих коэффициентов, коэффициентов детерминации, t-статистики) дает возможность сделать выводы относительно факторов, которые больше всего коррелировали с динамикой торговых операций. Выявлено, несколько статистически значимых показателей за 2010 – 2016 гг.

Таблица 1 – Параметры однофакторной регрессионной модели

Независимая переменная	Влияние на результативный показатель (экспорт) за период 2010-2016	
	Коэффициент корреляции	R <sup>2</sup>
Количество зарегистрированных резидентов (X <sub>1</sub> )	-0,44	0,189
Среднесписочная численность (X <sub>2</sub> )	0,316	0,099
Выручка от реализации (X <sub>3</sub> )	0,966	0,986
Начисленная среднемесячная з/п работников, номинальная (X <sub>4</sub> )	0,993	0,933
Чистая прибыль, убыток (X <sub>5</sub> )	0,065	0,004
Инвестиции в основной капитал (X <sub>6</sub> )	0,316	0,099
Объем производства (X <sub>7</sub> )	0,975	0,951
Экспорт (X <sub>8</sub> )	0,659	0,434
Импорт (X <sub>9</sub> )	0,292	0,085

Сильная корреляционная связь выявлена между результативным признаком и такими переменными как: объем производства, выручка от реализации и заработная плата работников. При использовании указанных показателей, как независимых переменных, в соответствующих однофакторных регрессиях коэффициент детерминации R<sup>2</sup> довольно высокий. На основе полученных результатов расчета однофакторных регрессий среди факторов были выбраны три показателя, которые имеют наибольшее значение коэффициента детерминации R<sup>2</sup> и влияют на торговые операции СЭЗ «Витебск».

Для того чтобы определить совокупное воздействие нескольких факторов на моделируемый показатель, необходима множественная регрессия, основной целью которой является построение модели с большим числом факторов. Для этого были использованы

объем производства продукции, выручка от реализации, начисленная среднемесячная з/п работников (номинальная) (табл. 2).

Таблица 2 – Входные данные для расчета влияния факторов на торговые операции СЭЗ «Витебск»

№ пп	Период	Результативный признак	Выручка от реализации, млрд. руб.	З/п работников (номинальная), тыс. руб.	Объем производства, млрд. руб.
		Y	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>7</sub>
1	2010	336	9 285	6 660	7 143
2	2011	320	8 089,60	5 880	5 554
3	2012	434,3	7 033,70	5 117	4 649,60
4	2013	376,4	6 131,70	4 273	4 283,80
5	2014	356	5 784,90	3 085	3 924,00
6	2015	236,9	2 229,60	1 578	1 754,10
7	2016	142,9	836,5	957	716,1

Таким образом, получена следующая многофакторная регрессионная модель:

$$Y = 180,9529 + 0,02605 \times X_3 + 0,04739 \times X_4 - 0,04472 \times X_7.$$

Проанализировав приведенные данные, можно сделать вывод, что в целом модель является статистически значимой. Значимыми являются каждый из коэффициентов модели. В соответствии с полученным значением коэффициента множественной корреляции данной модели (R) можно сделать вывод, что имеет место высокая степень тесноты связи между факторными признаками ( $0,898 > 0,75$ ). Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) показывает, что вариация результативного признака на 81 % обусловлена вариацией избранных факторных признаков и на 19 % – влиянием не учтенных в данной модели признаков. Значение данного показателя является большим, чем 70 %, что свидетельствует об адекватности модели.

В методике проведения корреляционно-регрессионного анализа важное значение занимает проверка модели на наличие мультиколлинеарности – линейной зависимости между факторами. Существует вероятностная (стохастическая) и функциональная форма мультиколлинеарности [3].

Для проверки модели на наличие мультиколлинеарности сформирована корреляционная матрица. Результаты анализа корреляционной матрицы дают основания к выводу относительного отсутствия важных связей между факторными признаками.

Разработка модели многофакторной регрессии позволяет предусмотреть тенденции развития результативного показателя, выяснить какие факторы на него влияют и установить режим деятельности с учетом влияния определенных факторов, а также осуществить прогнозирование на основе полученной модели. Таким образом, современным инструментом для исследования тех сложных процессов, которые происходят в международных экономических отношениях между странами в целом, и во внешнеторговых операциях в частности, является экономико-математическое моделирование. Актуальным для экономико-математического моделирования является построение многофакторной регрессии, поскольку экономическое явление преимущественно объясняется несколькими факторами влияния.

#### Список использованных источников

1. Сельцовский В.Л. Экономико-статистические методы анализа внешней торговли. – М.: Финансы и статистика, 2013.
2. Современные проблемы моделирования социально-экономических систем: Монография. – Х.: ФЛП Александрова К.М.; ИД «ИНЖЭК», 2009. – 440 с.
3. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / С.Ф. Миксюк, В.Н. Комков, И.В. Белько и др.; Под общ. ред. С.Ф. Миксюк, В.Н. Комкова. – Мн.: БГЭУ, 2006. – 219 с.
4. Сайт «Министерство статистики и анализа РБ» [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: [www.belstat.gov.by/](http://www.belstat.gov.by/)